

⑨ Int. Cl.  
H 04 b

⑩ 日本分類  
96(1) C 0

⑪ 日本国特許庁

⑫ 特許出願公告

昭48-28082

## 特 許 公 報

⑬ 公告 昭和48年(1973)8月29日

発明の数 3

(全3頁)

1

⑭ 多数の固定加入者間の無線通信方式

⑮ 特 願 昭 4 2 - 7 4 6 9 3

⑯ 出 願 昭 4 2 ( 1 9 6 7 ) 1 1 月 2 2 日

⑰ 発 明 者 池上文夫

武蔵野市緑町3の9の11日本電  
信電話公社電気通信研究所内

同 高田正美

同所

同 中村嘉男

同所

同 鎌田光帯

同所

⑱ 出 願 人 日本電信電話公社

⑲ 代 理 人 弁理士 益田龍也

### 図面の簡単な説明

第1図は多数の固定加入者間における無線通信  
の回線網を示す図、第2図は本発明の通信方式に  
おける1つの中央局に属するゾーンの分割構成を  
示す図、第3図は同じく1の中央局におけるアン  
テナの指向性を示す図である。

### 発明の詳細な説明

無線による双方向固定通信は一般に定められた  
2地点間において行なわれている。しかし広い地  
域に分布する多数の加入者相互間において任意の  
組合せで無線通信を行なう場合は第1図のような  
回線網を構成する。すなわち全域をゾーンX, Y,  
Z...に分けて各ゾーンの中心に中央局X, Y, Z  
...を設け、この中央局とゾーン内の各加入者a,  
b, c...との間に無線加入者回線を設けるもので  
ある。しかし回線相互の干渉を防ぐためには各加  
入者回線が互に異なる無線周波数を使用しなければ  
ならないから、周波数利用率が悪く、加入者  
数が限定される。しかも中央局には1つの全方向  
アンテナを設けて各加入者回線に共用することが  
できるから、アンテナ設備は極めて簡単であるが、

2

反面利得が低いために送信電力を大きくする必要  
がある。従つて能率的でかつ経済的な回線を得る  
ことができない。また各加入者回線毎に夫々独立  
の中央局アンテナを設けると、利得が高くなるか  
ら無線機の構成上は有利であるが、アンテナ設備  
が著しく高価になつて実用に適しない。本発明は  
上述のような難点がなく、中央局の設備を経済化  
すると共に無線周波数の利用率を向上し得る方式  
を提供しようとするものである。

10 本発明の方式は第2図のように、第1図におけ  
る1つのゾーン例えばXを、中央局xを中心とし  
て放射状のn個の地域L, M, N...に分割し、中  
央局にはこの各地域に対応して夫々1つのアンテ  
ナを設ける。すなわち中央局の各アンテナは夫々  
15 の地域内に対してのみ高感度を有するように扇形  
の指向性を有し、かつw個の周波数に対して共用  
される。また各地域内にはそのw個の周波数の各  
各々を割当てられたw個の加入者を収容して中央  
局と各加入者の間に無線加入者回線を形成する。  
しかし理想的な扇形指向性を得ることは事実上不  
可能であつて、一般に第3図のように各アンテナ  
の指向特性曲線A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>...は隣接するも  
の毎に多小の重合を生ずる。従つて隣接地域にお  
ける加入者回線の干渉を防止するために、指向特  
性曲線A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>...およびB<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>...の地域に  
互に異なる周波数帯f<sub>1</sub>とf<sub>2</sub>とを用いる。しか  
しPCM通信方式のように干渉波の妨害度が少な  
い場合は、特に周波数帯を相違させることなく偏  
波形式の異なる電波を用いることもできる。すな  
わち曲線A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>...の地域に対しては例えば垂  
直偏波あるいは右旋円偏波の電波を用い、曲線B  
B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>...の地域に対しては水平偏波あるいは  
左旋円偏波を用いることも可能である。なお隣接  
地域における周波数と偏波形式とを共に相違させ  
ることも勿論可能である。

このように本発明の方式は各ゾーンをn個の地  
域に分けて、その各地域毎にw個の加入者回線を

(2)

特公 昭48-28082

3

構成するから、全ゾーンに対しては $n w$ の加入者を収容することができる。従つて加入者数が全方向性アンテナを用いる場合の $n$ 倍に増大する。また隣接地域に対して周波数帯を相違させることなく、偏波形式の相違によつて干渉を防止するとき5は許容加入者数がこの2倍に増大し、更に多重通信方式を用いて夫々の周波数に対する多重度を $m$ とすれば、収容量は $m$ 倍に増大する。しかも中央局アンテナの利得も全方向性アンテナを用いた場合の約 $n$ 倍に増大するから、回線の設計が容易で10あり、かつ経済性も向上する。

⑦特許請求の範囲

1 1つの中央局に属するゾーンを、該中央局を中心とする複数個の扇形地域に分割して各地域毎にその中の加入者に夫々異なる周波数を割当てる15と共に中央局には各地域の方向に夫々指向性を有しかつ各加入者に共用される指向性アンテナを設けて中央局と各加入者との間に無線加入者回線を形成し、隣接地域の周波数を互に相違させたこと

4

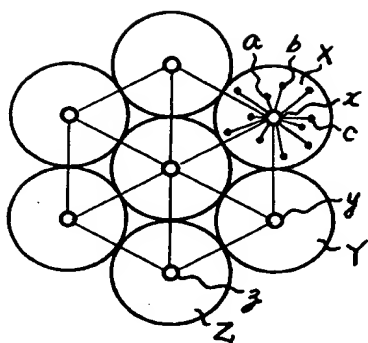
を特徴とする多数の固定加入者間の無線通信方式

2 1つの中央局に属するゾーンを、該中央局を中心とする複数個の扇形地域に分割して各地域毎にその中の加入者に夫々異なる周波数を割当てると共に中央局には各地域の方向に夫々指向性を有しかつ各加入者に共用される指向性アンテナを設けて中央局と各加入者との間に無線加入者回線を形成し、隣接地域の偏波形式を互に相違させたことを特徴とする多数の固定加入者間の無線通信方式

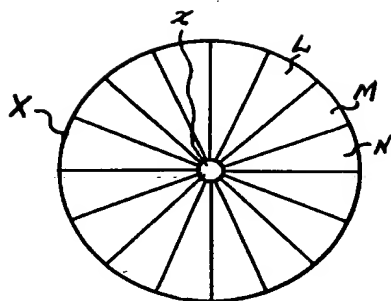
3 1つの中央局に属するゾーンを、該中央局を中心とする複数個の扇形地域に分割して各地域毎にその中の加入者に夫々異なる周波数を割当てると共に中央局には各地域の方向に夫々指向性を有しかつ各加入者に共用される指向性アンテナを設けて中央局と各加入者との間に無線加入者回線を形成し、隣接地域の周波数および偏波形式を互に相違させたことを特徴とする多数の固定加入者間の無線通信方式。

(3)

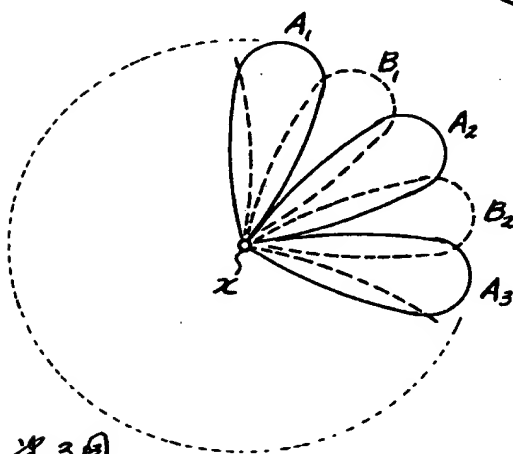
特公 昭48-28082



第1図



第2図



第3図

となる。これから求めた繰返しゾーンを図 4.12 に示す。

(2)  $3 \times 4$  積上げ法 一つの低位グループを例えば図 4.13 (a) の点線の正六角形と対応させることにより、全平面をカバーできることから、この点線の正六角形を 2 次以上の高位グループに積み上げるときのゾーンと考えれば、正六角形ゾーン構成が一般的に高次グループを作るときにも応用できる。

(3)  $4 \times 3$  積上げ法 前項と同様に、菱形の 4 ゾーングループを図 4.13 (b) の点線の正六角形と対応させることにより、積み上げることが可能となる。

#### 4.2.4 扇形ゾーン構成<sup>(6)</sup>

周波数利用率を上げるため、アンテナの指向性を用い、その弁別比により、干渉を軽減し、同一チャネル局間距離を小さくすることができる。

正六角形のゾーンの中心に扇形アンテナを用いる場合、図 4.14 の (a) (b) の方法が考えられる。

(a) は  $120^\circ$ 、(b) は  $60^\circ$  のコーナアンテナを用いる場合である。

$120^\circ$  コーナアンテナを用いる場合、このほか、図 4.15 に示すような分割法も考えられる。いずれの分割方法を採用するかは、ゾーンの形状を忠実にカバーするアンテナパターンの実現性との関連で決める必要がある。

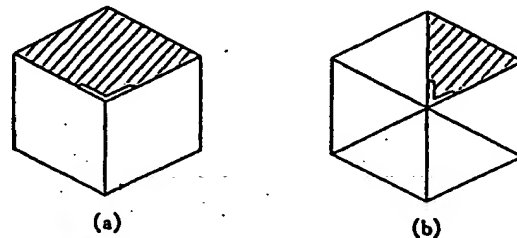


図 4.14 正六角形ゾーンの分割方式

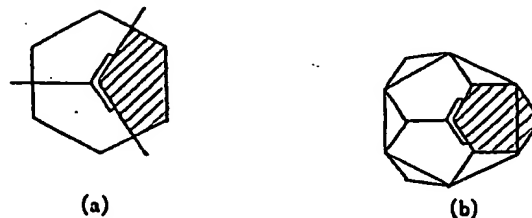


図 4.15 正六角形ゾーンの各種 3 分割方式

扇形ゾーンの繰返し方法としては、平行ビームによる方式とバックバックビームによる方式の二つが考えられる。これを図 4.16、図 4.17 に示す。平行ビーム方式では、同一チャネルを用いるビームの中心が平行となっているので、ゾーン構成が容易になる特徴がある。バックバックビームによる方式は、指向方向の異なる干渉ゾーンは互いに反対方向にビーム中心が存在し、ゾーン構成法は複雑となるが、同一チャネルを使用するゾーン間の最小距離 (図 4.17 の  $\overline{AB}$ ) が平行ビーム方式より小さ

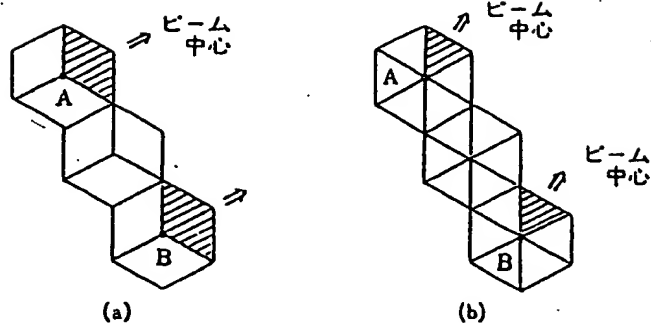


図 4.16 平行ビーム方式 (斜線部は同一チャネルを使用するゾーン)

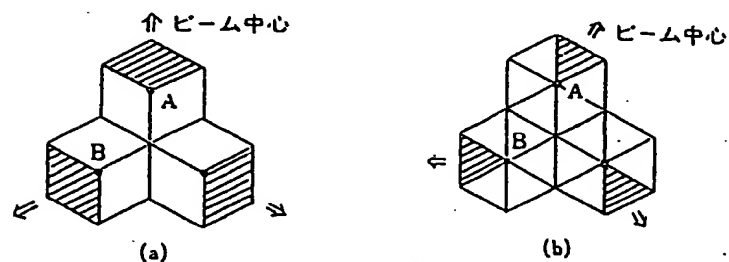


図 4.17 バックバック方式 (斜線部は同一チャネルを使用するゾーン)

く取れるため、トラヒックの大きい地域が限られており、その中で周波数を繰り返す場合に有利となる。

このような扇形ゾーンにより全平面をすきまなく覆えることをバックバック方式の例で以下に示す。

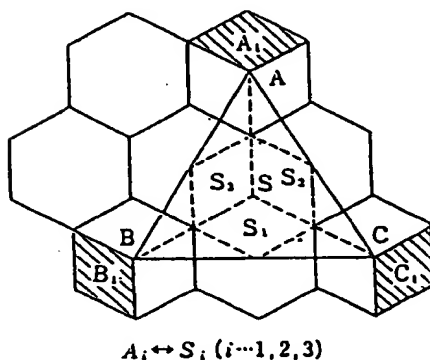


図 4.18 扇形ゾーン構成の正六角ゾーン構成への帰着

図 4.18 の斜線部分  $A_i$ ,  $B_i$ ,  $C_i$  を同一チャネルを使用する最近接異方向ゾーンとし、この3ゾーンを1組とすれば、各ゾーンの指向方向はそれらの基地局を頂点とする正三角形  $ABC$  の中心  $S$  と、各扇形ゾーンの中心  $(A, B, C)$  を結ぶ直線方向となる。この場合、扇形ゾーングループ  $A_i$ ,  $B_i$ ,  $C_i$  は、それぞれ、中心が  $S$  の正六角形を構成する扇形ゾーン  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  と対応させることにより、正六角形に帰着することができる。扇形ゾーンの構成には、

せることにより、正六角形に帰着することができる。扇形ゾーンの構成には、

まずゾーン  $S$  ( $S_1, S_2, S_3$ ) の繰返しを行い、このうち、ゾーン  $S$  内の扇形ゾーン ( $S_1, S_2, S_3$ ) を、扇形ゾーン  $A_1, B_1, C_1$  に展開することにより、全平面を覆えることが証明できる。この場合ゾーン構成上のパラメータは、最近接異方向同一チャンネルゾーン間の距離 ( $h = \overline{AS} = \overline{BS} = \overline{CS}$ ) と、ゾーン  $S$  の繰返し距離 ( $l$ ) の2種類となる。ここで  $l$  は、前節までに述べた正六角形ゾーンの繰返し距離に相当し、所要の希望波レベル対干渉波レベルの比 ( $D/U$ ) を得るための空間的に離さねばならない距離である。 $h$  は、同様の  $D/U$  を得るための必要な距離であるが、アンテナの弁別比により、等価的に  $D/U$  が減少できるため、 $h < l$  となる。

一般に、 $h$  は、正六角形ゾーンの一辺（すなわちゾーン半径） $r$  の整数倍の値を取り得る。図 4.19 に、ゾーンの繰返し数 ( $N$ ) を 13,  $h=r$  とした場合の扇形ゾーン構成例を示す。この場合、1~13 の扇形ゾーンの繰返しにより、全平面をカバーすることが可能となる。

次に、 $h$  と  $l$  の算出方法について述べる。図 4.20 に扇形ゾーンの繰返し距離を示す。同図に示すように、ゾーン  $A_1, B_1, C_1$  および  $S$  点と  $Q$  点が繰り返す場合を考える。 $\overline{SQ} = l$ ,  $\overline{SA_1} = \overline{SB_1} = \overline{SC_1} = h$  とする。 $S$  点と  $Q$  点の繰返しを考えれば、干渉条件の最も厳しい距離は、 $\overline{PT}$  となる。同図より  $\overline{SQ} \gg r$  のとき、

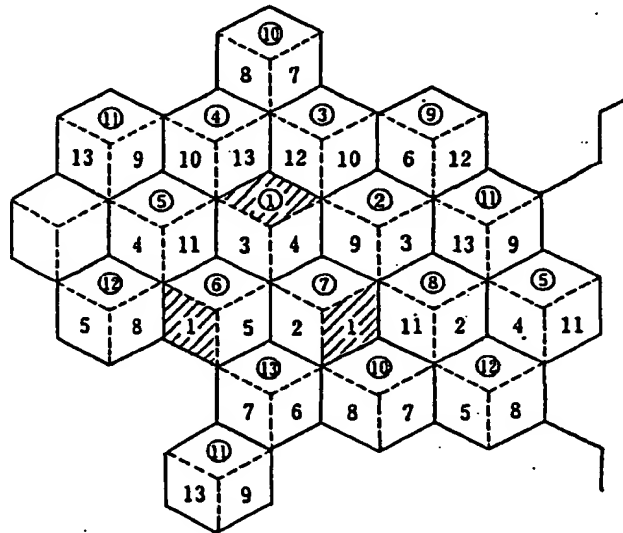


図 4.19 扇形ゾーン構成例 (13 ゾーン繰返し)

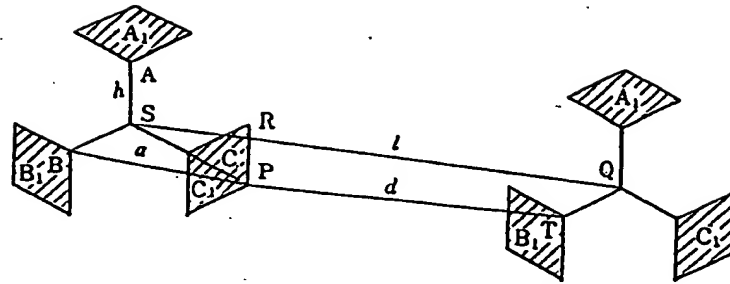


図 4.20 扇形ゾーンの等価繰返し距離

$$\overline{SQ} = \overline{BT} \approx \overline{BP} + \overline{PT} \quad (4.11)$$

の関係が得られる。一方、 $\triangle SBP$  において、 $\angle BSP$  は  $120^\circ$  であるので、 $\overline{BP} = \alpha$  とすれば、

$$\alpha^2 = h^2 + (h+r)^2 + 2 \cdot \frac{1}{2} h(h+r) \quad (4.12)$$

となる。扇形ゾーンの繰返しゾーン数  $N_s$  は、正六角形ゾーンの場合の繰返し距離  $d$  に相当する繰返しゾーン数  $N$  より定まる。 $\overline{PT} = d$  とし、式(4.11)を用いれば

$$\begin{aligned} N_s &= \frac{l^2}{3r^2} = \frac{(d+\alpha)^2}{3r^2} \\ &= \left( \sqrt{3N} + \frac{\alpha}{\sqrt{3}r} \right)^2 \end{aligned} \quad (4.13)$$

で与えられる。 $N_s$  は  $N$  より干渉距離が等価的に  $\alpha$  だけ長くなった分大きくなる。 $h=r, 2r, 3r$  の場合、式(4.12)より  $\alpha = \sqrt{7}r, \sqrt{19}r, \sqrt{37}r$  で与えられる。

図 4.20 に示す扇形ゾーン構成では  $A_1$  ゾーンと  $B_1$  ゾーンが干渉する。この場合干渉条件の最も厳しい距離は、 $\overline{AR} (\approx \overline{AB} = \sqrt{3}h)$  となり、 $d$  に比し U 波の伝搬距離が短くなった分だけ  $D/U$  が劣化し、この劣化分はアンテナ弁別(フロントバック)比により補償しなければならない。

扇形ゾーンの指向性アンテナの所要弁別比を  $X(\text{dB})$  とすると、伝搬の距離係数を  $34 \log$  で近似すれば、

$$\begin{aligned} X &= 34 \log \left( \frac{d/r}{\sqrt{3}h/r} \right) \\ &= (D/U)_0 - 34 \log(\sqrt{3}h/r) \end{aligned} \quad (4.14)$$

で与えられる。 $(D/U)_0$  は、所要  $D/U$  で、これを例えば、30 dB、 $X=15$  dB とすれば、 $h=2r$  となる。

このような扇形ゾーンを用いることにより、トラヒックの集中した比較的狭いエリア（大都市）で周波数の再利用が図れるので、周波数利用効率を向上できる。この反面、等価的にゾーンが小さくなるので、通話中チャンネル切換頻度の増大を来すこととなる。

### 4.3 無線ゾーン構成の実際<sup>(6),(7)</sup>

#### 4.3.1 無線ゾーン半径

(1) ゾーン半径を決める要因 無線ゾーンの大きさをどれぐらいにするかは、基地局および移動局の送信電力、周波数の繰返し使用率および加入者の収容能力、局舎利用条件などに大きく影響するため、システム設計上の大きな問題となる。

無線ゾーンの大きさを小さくしていけば、サービスエリア内で同一周波数を反復使用できる回数が増加するから、加入者収容能力を増やすことができ、周波数の有効利用が図れる。しかし、極端な小無線ゾーン化は無線基地局が増えるとともに、自動車の走行に伴い通話しながら無線ゾーン境界を通過する確率が増え、通話を連続させるための制御が複雑化し、経済性が悪くなる。

実際は、①基地局設備として既設の局舎および鉄塔を最大限利用する。②極小ゾーンとすることによる制御の過度の複雑化を避ける。③ 800 MHz 帯を利用することによる移動機送信電力の経済的限界および伝搬特性等の諸条件を考慮することが必要である。

最終的には、システムの価格が最小で需要予測からみたトラヒックを処理できる無線ゾーンを求めることになる。まず全体で利用できる無線チャンネルとシステムに収容する総加入数を想定し、また、サービスエリア内の交通量の分布等から、場所的なトラヒック密度を推定して、各基地局のアンテナ利得、地形等を考慮しながら、各ゾーンの大きさを決めて

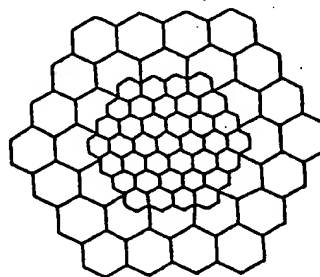


図 4.21 ゾーンの構成例



——監修者略歴——

桑 原 守 二

昭和31年3月 早稲田大学第一理工学部電気通信学科卒業。

昭和31年4月 日本電信電話公社（現 NTT）に入社。

施設局無線課長，技術局無線部門担当調査役，技術局次長，  
技術局長，取締役関東総支社長，常務取締役を経て，現在副  
社長。工学博士。

著書に，「電子計算機の原理と構造」（電気学会），「マイクロ  
波通信」（電気通信協会）などがある。

自動車電話

© 社団法人 電子情報通信学会 1985

昭和60年2月10日 初版発行  
平成4年4月1日 7版発行

編 著 者 電子情報通信学会  
発 行 者 田 村 恵 一  
印 刷 者 山 岡 景 恭  
印 刷 所 三美印刷株式会社

東京都荒川区西日暮里 5-9-8

〒105 東京都港区芝公園3丁目5番8号  
（機械振興会館内）

発行所 社団法人 電子情報通信学会

電 話 (03) 3433-6691 (代)

振替口座 東京 2-35300 番

取次販売所 株式会社 コロナ社

〒112 東京都文京区千石4丁目46-10

電 話 (03) 3941-3131 (代)

振替口座 東京 4-14844 番

ISBN 4-88552-053-3

Printed in Japan